

## **COLD TOOL STEEL SUITABLE FOR SURFACE TREATMENT, DIE AND TOOL FOR THE SAME**

**Publication number:** JP9316601

**Publication date:** 1997-12-09

**Inventor:** YOKOI DAIEN; TSUJII NOBUHIRO

**Applicant:** SANYO SPECIAL STEEL CO LTD

**Classification:**

**- International:** C21D9/00; C22C38/00; C22C38/22;  
C22C38/30; C21D9/00; C22C38/00;  
C22C38/22; C22C38/30; (IPC1-7):  
C22C38/00; C21D9/00; C22C38/22;  
C22C38/30

**- European:**

**Application number:** JP19960222036 19960823

**Priority number(s):** JP19960222036 19960823;  
JP19960073716 19960328

**Report a data error here**

### **Abstract of JP9316601**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce a cold tool steel, die and tool easily treatable in heat treatment and working and suitable for surface hardening treatment with  $\geq 400$  deg.C treating temp. at low cost. **SOLUTION:** This cold tool steel suitable for the surface treatment is the one having a compsn. contg., by weight, 0.70 to 1.20% C,  $\leq 2.0\%$  Si,  $\leq 1.5\%$  Mn, 5.0 to 11.0% Cr, one or two kinds of Mo and W by  $> 3.0$  to 5.0% by Mo equivalent ( $1/2W + Mo$ ), and the balance Fe with inevitable impurities, and in which high hardness of 63 to 66HR can be obtd. by high temp. tempering at  $\geq 500$  deg.C. In addition to the above components, one or  $\geq$  two kinds among 0.5 to 4.0% Co, 0.01 to 0.30% S and  $\leq 60$ ppm N are furthermore added.

~~~~~  
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-316601

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所  |
|---------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| C 2 2 C 38/00             | 3 0 2 |         | C 2 2 C 38/00 | 3 0 2 E |
| C 2 1 D 9/00              |       | 9542-4K | C 2 1 D 9/00  | M       |
| C 2 2 C 38/22             |       |         | C 2 2 C 38/22 |         |
| 38/30                     |       |         | 38/30         |         |

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

|              |                 |          |                                                  |
|--------------|-----------------|----------|--------------------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願平8-222036     | (71) 出願人 | 000180070<br>山陽特殊製鋼株式会社<br>兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 |
| (22) 出願日     | 平成8年(1996)8月23日 | (72) 発明者 | 横井 大円<br>兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地<br>山陽特殊製鋼株式会社内    |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平8-73716      | (72) 発明者 | 辻井 信博<br>兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地<br>山陽特殊製鋼株式会社内    |
| (32) 優先日     | 平8(1996)3月28日   | (74) 代理人 | 弁理士 椎名 強                                         |
| (33) 優先権主張国  | 日本 (J P)        |          |                                                  |

(54) 【発明の名称】 表面処理に適した冷間工具鋼及びその金型並びに工具

(57) 【要約】

【課題】 処理温度が400℃以上である表面硬化処理に適した安価で熱処理および加工における取扱いが容易で経済的な冷間工具鋼および金型並びに工具を提供すること。

【解決手段】 重量で、C:0.70~1.20%、Si:2.0%以下、Mn:1.5%以下、Cr:5.0~11.0%、MoまたはWのいずれか1種又は2種をMo当量(1/2W+Mo)で3.0%超~5.0%とし、残部Feおよび不可避的不純物とからなり、500℃以上の高温焼戻しにより63~66HRCの高硬さが得られることを特徴とする表面処理に適した冷間工具鋼。また、さらに上記成分に加えて、Co:0.5~4.0%、S:0.01~0.30%、N:60ppm以下のいずれか1種又は2種以上からなる表面処理に適した冷間工具鋼。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 重量で、

C: 0.70~1.20%、

Si: 2.0%以下、

Mn: 1.5%以下、

Cr: 5.0~11.0%

MoまたはWのいずれか1種又は2種をMo当量(1/2W+Mo)で3.0%超~5.0%とし、残部Feおよび不可避的不純物とからなり、500℃以上の高温焼戻しにより63~66HRCの高硬さが得られることを特徴とする表面処理に適した冷間工具鋼。

## 【請求項2】 重量で、

C: 0.70~1.20%、

Si: 2.0%以下、

Mn: 1.5%以下、

Cr: 5.0~11.0%

MoまたはWのいずれか1種又は2種をMo当量(1/2W+Mo)で3.0%超~5.0%とし、さらに、Co: 0.5~4.0%

S: 0.01~0.30%

N: 60ppm以下

のいずれか1種又は2種以上とし、残部Feおよび不可避的不純物とからなり、500℃以上の高温焼戻しにより63~66HRCの高硬さが得られることを特徴とする表面処理に適した冷間工具鋼。

【請求項3】 請求項1又は2記載の冷間工具鋼に窒化、PVD、TD処理およびCVDなどの400℃以上での高温表面硬化処理を施したことを特徴とする金型および工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化、PVD、TD処理およびCVDなどに代表される処理温度が400℃以上である表面硬化処理に適した冷間工具鋼及びその金型並びに工具に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、冷間加工用工具には、JIS-SKS3やSKD11およびSKH51が広く使用されている。特に、工具の耐摩耗性向上を目的とした窒化、PVD、TD処理およびCVDなどの表面硬化処理用母材としては、SKD11やSKH51が適用されている。これは上記表面処理温度が、一般に400℃以上の高温であるために、SKS3等の二次硬化を生じない鋼では、母材硬さが著しく低下してしまうため、工具自体の強度不足から変形が生じたり、表面処理層の剥離が容易に生じるためである。

【0003】しかしながら、塑性加工技術の進歩や被加工材の高強度化に伴い、使用される工具への応力負荷が大きくなり、500℃焼戻で60HRCの硬さが得られるSKD11でも表面処理層の剥離が生じる場合が増

えて来ている。また、高速度工具鋼であるSKH51においては、64HRC以上の母材硬さを確保できるものの、その素材単価が高い上に、適正焼入温度は1200℃程度と非常に高く、熱処理作業性やそのコストの面で制限が多い。さらに、SKH51は硬質のMC炭化物を多量に含むために、機械加工性や研削性もあまり良くない。

【0004】このような問題に対して、例えば特公昭61-11310号公報、特公平3-36897号公報、特公昭64-5100号公報および特開平5-156497号公報等の発明が提案されている。この特公昭61-11310号公報は冷間圧延用ワークロールに関するものであり、Moを0.4%~3.0%含有させ、しかも表面硬度を720~800HV(61~64HRC)の高硬さに規定しているものの焼戻し温度は全て150℃程度の低温であり、本開発目標である高温焼戻用材としては適用できない。

【0005】また、特公平3-36897号公報はSKD11を改善し520℃程度の高温戻しで、高硬度と高靱性を達成し、炭化物被覆処理に適した冷間工具鋼に関するものである。この発明鋼においても、Moが0.75~1.95%と低く、また、Vを0.5~1.0%含有し、しかも得られる硬さは62HRC水準であり、妄定して64HRC以上の高硬さは達成できない。またこれに類似した発明として特公昭64-5100号公報があるが、いずれも本開発目標は十分に達成できない。

【0006】一方、上記特公平3-36897号公報および特公昭64-5100号公報の発明をさらに改善したのが、特開平5-156497号公報である。この特許はVとNbの1種または2種を含み、しかも高温焼戻後の硬さが64HRC以上得られる高性能転造ダイス用鋼およびその製造方法に関するものである。しかしながら、目標の達成には、単に合金組成の規制だけでなく、その製造工程での特殊溶解法、高温拡散処理の適用や、製品の一次炭化物の組成およびその粒径や析出量を限定する必要がある、かなり複雑なものとなる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】近年の塑性加工技術の進歩や被加工材の高強度化に伴い、工具の耐摩耗性向上を目的に、硬質の表面処理の適用が進んでいる。このような用途に適する素材として、母材硬さができるだけ高く、かつ靱性に富む工具鋼が必要とされる。本発明は、処理温度が400℃以上である表面硬化処理に適した安価で熱処理および加工における取扱いが容易な経済的な冷間工具鋼およびその金型並びに工具を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するため、冷間工具鋼において、その必須成分として一般に常識とされているVを無添加とすることによ

り、500℃以上の高温焼戻しにより63～66HRCの高硬さが容易に得られることを特徴とする。その発明の要旨とするところは、

(1) 重量で、C:0.70～1.20%、Si:2.0%以下、Mn:1.5%以下、Cr:5.0～11.0%

MoまたはWのいずれか1種又は2種をMo当量(1/2W+Mo)で3.0%超～5.0%とし、残部Feおよび不可避的不純物とからなり、500℃以上の高温焼戻しにより63～66HRCの高硬さが得られることを特徴とする表面処理に適した冷間工具鋼。

【0009】(2) 重量で、C:0.70～1.20%、Si:2.0%以下、Mn:1.5%以下、Cr:5.0～11.0%

MoまたはWのいずれか1種又は2種をMo当量(1/2W+Mo)で3.0%超～5.0%とし、さらに、Co:0.5～4.0% S:0.01～0.30% N:60ppm以下のいずれか1種又は2種以上とし、残部Feおよび不可避的不純物とからなり、500℃以上の高温焼戻しにより63～66HRCの高硬さが得られることを特徴とする表面処理に適した冷間工具鋼。

(3) 前記(1)又は(2)記載の冷間工具鋼に窒化、PVD、TD処理およびCVDなどの400℃以上での高温表面硬化処理を施したことを特徴とする金型および工具にある。

【0010】以下に、本発明鋼の各化学成分の作用およびその限定理由を説明する。Cは、焼入焼戻により十分なマトリックス硬さを与えると共に、Cr、Mo、V、Nbなどと結合して炭化物を形成し、高温強度、耐摩耗性を与える元素である。しかしながら、本発明の場合、Vを無添加とし、Mo炭化物による二次硬化を基本にするため、Cを過剰に添加する必要がない上、添加量が多すぎると凝固時に粗大炭化物が過剰に析出し靱性を阻害することから、Cの上限を1.20%とした。一方、0.70%未満では十分な二次硬化硬さが得られないので、その下限を0.70%とした。

【0011】Siは、主に脱酸剤として添加されると共に、耐酸化性、焼入れ性に有利な元素であると共に焼戻過程において炭化物の凝集を抑え二次硬化を促進する元素である。しかし2.0%を超えて添加すると靱性を低下させるので、その上限を2.0%とした。Mnは、Siと同様に脱酸剤として添加し、鋼の清浄度を高めると共に焼入れ性を高める元素である。しかしながら、1.5%を超えて添加すると、熱間加工性を阻害する上に靱性を低下させるので、その上限を1.5%とした。

【0012】Crは、焼入れ性を高めると共に、焼戻軟化抵抗を高める有効な元素である。この効果を満足するためには、少なくとも5.0%以上必要である。従って、その下限を5.0%とした。一方、Crは凝固時にCと結合して巨大一次炭化物を形成し易く、過剰な添加は靱

性を低下させることから、その上限を11.0%とした。MoおよびWは、共に微細な炭化物を形成し、二次硬化に寄与する重要な元素であると共に、耐軟化抵抗性を改善する元素である。ただし、その効果はMoの方がWよりも2倍強く、同じ効果を得るのに、WはMoの2倍必要である。この両元素の効果はMo当量(1/2W+Mo)で表すことができる。本発明成分径において、500℃以上の高温戻して63～66HRCの高硬さを得るためには、Mo当量で少なくとも3.0%超が必要である。逆に、Mo当量の過剰増加は靱性を低下を招くため、その上限を5.0%とした。

【0013】Vは、固溶しにくい炭化物を形成し、耐摩耗性および耐軟化抵抗性を高める有効な元素であるが、本発明のように、硬質表面処理を前提とした素材には工具に必要な耐摩耗性は、この表面処理層で確保できることから必ずしも必要ではない。また、Vは精状ミクロ偏析を助長する元素でもあり、靱性や熱処理歪みの観点からも好ましくない元素である。さらに、Vを無添加とすることにより、本来VCとして捕われていたCを有効に活用することができ、靱性に有効な合金組成である低C化や二次硬化に有効なMoまたはW炭化物量の増加が計られるなどのメリットが非常に大きい。従って、本発明ではVを添加しないことを大きな特徴としている。

【0014】さらに、本発明鋼には上記した元素に加えて、Co、S、Nを選択的に添加又は規制する。すなわち、Coは上記成分範囲に対し、より高い硬度を必要とする場合であり、Coを添加することにより、基地に固溶し、焼入温度において溶質元素の固溶を促進するとともに、高温焼戻しにおける炭化物の凝集を抑制するため、二次硬化の促進に有効な元素である。これにより65HRC以上の硬さが安定して得られる。この効果を満足するためには、少なくとも0.5%以上必要である。しかし、過剰な添加は靱性を低下させることから、その上限を4.0%とした。

【0015】Sは、その添加量の増加にともない、鋼の被削性改善効果が増すため、快削性を確保するためには必要な元素である。この効果を満足するためには、少なくとも0.01%以上が必要である。しかし、0.30%以上含有すると、強靱性、熱間加工性が劣化するので、その上限を0.30%とした。Nは、靱性を重視する場合に必要である。しかし、Nが60ppmを越えると靱性を大きく低下させるため、本発明鋼では60ppm以下とした。

【0016】

【実施例】

(実施例1) 本発明鋼の供試材(A)～(G)および比較鋼の供試材(H)および(I)を各鋼200kgを真空誘導溶解炉にて出鋼した。出鋼した9ヒートの鋼の化学成分を表1に示す。合計9ヒートの鋼の200kg鋼塊(平均径250mm)を鍛伸して角45mmとし、角

35mm×長さ50mmの試験片を機械加工により作製した。この試験片を1050℃に30分保持後、空冷して焼入れし、525℃で60分保持後空冷処理を2回行った後、表面処理を施した。表面処理は、プラズマCVDにより実施し、処理温度500℃で3μm厚さのTiCN層をコーティングした。この表面処理済み試験片の中心から、縦4×横8×長さ40mmの抗折試験片を加工し、常温でロックウェルCスケールで硬さを測定した後、抗折力およびたわみ量を測定した。表2に示すように、本発明鋼(A)～(G)は、いずれも63HRC以上の硬さを維持している上、従来の冷間工具鋼(H)および(I)よりもはるかに優れた強度を有していることが判る。特にNを60ppm以下とした本発明鋼(D)～(G)は、従来鋼(H)および(I)に比べ、より高い硬さを維持している上、SKD11である従来鋼(H)よりも優れた靱性(たわみ量)を有していることが判る。また、Coを添加した本発明鋼(B)、(F)および(G)は、より高い硬さが得られ、安定した特性

を得られることが判る。

【0017】さらに、表1に示した本発明鋼および比較鋼を出鋼し、鍛伸後焼きなましを施し、切削試験を行った。切削試験は、NCフライスでφ12のエンドミルを用いて、軸15mm×半径1.2mmの切込みをし、回転速度900rpm、送り速度34m/分にて5m加工後のエンドミル摩耗量を測定した。表2に示すように、Sを含まない本発明鋼(A)、(B)、(D)および(F)は、従来鋼(H)および(I)と同程度のエンドミル摩耗を示したが、Sを添加した本発明鋼(C)、(E)および(G)は、強度および靱性を殆ど低下させずに、被削性の改善が図られていることが判る。特に、Co、Sを添加し、Nを60ppm以下とした本発明鋼(G)は、被削性に優れ、かつ優れた強度と靱性のバランスを有していることが判る。

【0018】

【表1】

表 1

| 供試材 | 化学成分値(質量%) |      |      |      |     |     |         |      |     |     |     | 備考   |
|-----|------------|------|------|------|-----|-----|---------|------|-----|-----|-----|------|
|     | C          | Si   | Mn   | Cr   | Mo  | W   | 1/2W+Mo | S    | Co  | V   | N   |      |
| A   | 0.94       | 1.21 | 0.61 | 7.6  | 3.6 | —   | 3.6     | —    | —   | —   | —   | 本発明鋼 |
| B   | 0.88       | 1.09 | 0.59 | 8.4  | 2.4 | 2.8 | 3.8     | —    | 2.1 | —   | —   |      |
| C   | 1.15       | 1.11 | 0.67 | 10.3 | 4.4 | —   | 4.4     | 0.18 | —   | —   | —   |      |
| D   | 0.90       | 1.13 | 0.66 | 8.3  | 2.3 | 4.0 | 4.3     | —    | —   | —   | 51  |      |
| E   | 0.88       | 1.18 | 0.58 | 8.6  | 4.1 | —   | 4.1     | 0.11 | —   | —   | 43  |      |
| F   | 1.10       | 0.98 | 0.63 | 10.2 | 3.4 | —   | 3.4     | —    | 1.3 | —   | 43  |      |
| G   | 1.13       | 1.10 | 0.65 | 9.3  | 3.5 | —   | 3.5     | 0.13 | 1.6 | —   | 53  |      |
| H   | 1.46       | 0.43 | 0.51 | 12.3 | 1.2 | —   | 1.2     | —    | —   | 0.3 | 155 | 比較鋼  |
| I   | 0.80       | 0.90 | 0.52 | 8.8  | 2.1 | —   | 2.1     | —    | —   | 0.6 | 159 |      |

【0019】

【表2】

表 2

| 供試材 | 硬さ<br>(HRC) | 抗折力<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | たわみ量<br>(mm) | 切削時のエンドミル摩耗量<br>(μm) | 備考   |
|-----|-------------|-----------------------------|--------------|----------------------|------|
| A   | 63.8        | 5120                        | 1.8          | 510                  | 本発明鋼 |
| B   | 65.0        | 5110                        | 1.6          | 509                  |      |
| C   | 65.4        | 5240                        | 1.9          | 488                  |      |
| D   | 64.5        | 5230                        | 2.2          | 505                  |      |
| E   | 64.9        | 5130                        | 1.8          | 460                  |      |
| F   | 65.3        | 5340                        | 1.9          | 535                  |      |
| G   | 65.2        | 5320                        | 2.1          | 480                  |      |
| H   | 58.2        | 3600                        | 1.5          | 530                  | 比較鋼  |
| I   | 62.0        | 4800                        | 2.5          | 520                  |      |

【0020】(実施例2)表1に示した本発明鋼(G)

で冷間鍛造用ダイを作製し、1050℃焼入れ、525

℃焼戻し処理後、厚さ2.4 $\mu$ mのTiCNコーティングを500℃のプラズマPVDにより実施した。この金型を用いて、実機により鍛造テストを行った。被加工材は4mm厚さのSCM420であった。従来鋼である同表面処理を行ったSKD11製金型は割れにより寿命となり、その平均寿命は約4660ショットであった。これに対し、本発明鋼(G)で作製した金型の寿命数は15543ショットであり、従来金型の凡そ3.3倍の高寿命が得られた。その際の金型廃却要因は焼き付きおよび欠けであったことから、従来材では母材の硬さ不足による早期コーティング層の剥離とそこを起点とした靱性

不足による割れが容易に生じたのに対し、本発明鋼では母材硬さが十分硬く、コーティング層が剥離せずに、摩耗のみが進行し高寿命となったと推定される。

#### 【0021】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明鋼は冷間工具鋼においてV無添加の成分系でCおよびMo当量を最適にバランスさせることにより、特に高温表面処理後も高い硬さと靱性を有しており、冷間で使用する金型用工具鋼として従来のものに比べて経済的で極めて優れたものとなっている。